

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-140224

(43)Date of publication of application : 02.06.1995

(51)Int.Cl.

G01S 5/14  
H04B 1/707

(21)Application number : 05-286955

(71)Applicant : NIPPONDENSO CO LTD

(22)Date of filing : 16.11.1993

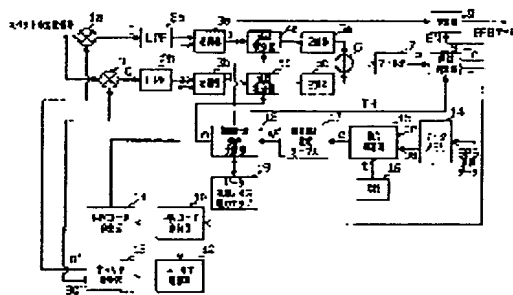
(72)Inventor : KAMIYA TAKAYUKI  
KITAGAWA HIROYUKI

## (54) SPREAD SPECTRUM SIGNAL TRACKING DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To enable spread spectrum signals to be tracked in a shorter time by dynamically determining a correlation measuring time according to the relationship between the signal level of an estimated spread spectrum signal and an anticipated correlation noise level.

**CONSTITUTION:** A spread spectrum signal received by a receiver is inputted to multipliers 1a and 1b, where the carrier components of the signal for an I channel and a Q channel are eliminated independently. Correlators 3a and 3b measure respective correlation values (i) and (q) according to the inputted base band signals of the I and Q channels and a PN code from a PN code generator 11, and the correlation values are inputted to respective cyclic integrators 4a and 4b. The integrators 4a, 4b perform addition of the correlation values (i) and (q) according to the number of cycles which is transmitted from a correlation measuring requirement computing portion 18, and the values are squared by squarers 5a and 5b and added together through an adder 6. These signals squared and added together are inputted to a synchronization recognition portion 8 to determine whether or not the signals are in synchronization with the PN code.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 05.10.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 25.03.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-140224

(43)公開日 平成7年(1995)6月2日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 1 S 5/14

H 0 4 B 1/707

識別記号

庁内整理番号

4240-5J

F I

技術表示箇所

H 0 4 J 13/ 00

D

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 15 頁)

(21)出願番号 特願平5-286955

(22)出願日 平成5年(1993)11月16日

(71)出願人 000004260

日本電装株式会社

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72)発明者 神谷 隆行

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

(72)発明者 北川 弘之

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内

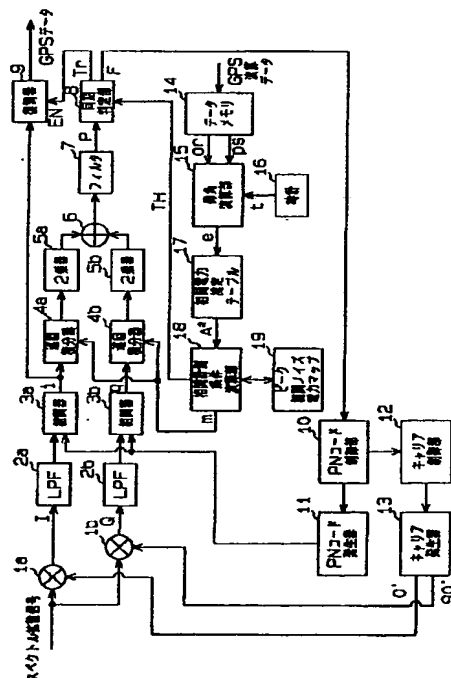
(74)代理人 弁理士 恩田 博宣

(54)【発明の名称】 スペクトル拡散信号捕捉装置

(57)【要約】

【目的】 衛星から送信されるスペクトル拡散信号のキャリア周波数に対する予測誤差の許容量が小さい場合であっても、同スペクトル拡散信号をより短い時間にて捕捉することのできるスペクトル拡散信号捕捉装置を提供する。

【構成】 スペクトル拡散信号捕捉装置は通常、受信されるスペクトル拡散信号からキャリア成分を除去してベースバンド信号を抽出するとともに、要求される相関計測時間に亘って該抽出したベースバンド信号と所定のPNコードとによる相関演算を実行しつつ、該相関演算に基づき得られる相関電力が当該PNコードとの同期を示す所定の値となるまで、同PNコードの位相をスライドさせる構成をとる。ここでは、相関計測時間を短くするとキャリア周波数予測誤差に対する許容量が拡大されることに着目して、スペクトル拡散信号の推定される受信信号レベルに応じて上記相関計測時間を動的に決定するようにする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 受信されるスペクトル拡散信号からキャリア成分を除去してベースバンド信号を抽出するとともに、要求される相関計測時間に亘って該抽出したベースバンド信号と所定の擬似雑音コードとによる相関演算を実行しつつ、該相関演算に基づき得られる相関電力が当該擬似雑音コードとの同期を示す所定の値となるまで、同擬似雑音コードの位相をスライドさせるスペクトル拡散信号捕捉装置において、

前記受信されるスペクトル拡散信号の信号レベルを推定する受信信号レベル推定手段と、

この推定されたスペクトル拡散信号の信号レベルと予め予測される相関ノイズレベルとの関係に基づいて前記相関計測時間を動的に決定する相関計測条件演算手段と、を具えることを特徴とするスペクトル拡散信号捕捉装置。

【請求項 2】 前記受信信号レベル推定手段は、前記スペクトル拡散信号の受信仰角を求める仰角演算手段と、

この求められる受信仰角にそれぞれ対応した同スペクトル拡散信号の推定信号レベルが予め設定登録された信号レベル推定テーブルと、

を具えて構成される請求項 1 に記載のスペクトル拡散信号捕捉装置。

【請求項 3】 前記ベースバンド信号と所定の擬似雑音コードとによる相関演算は、前記ベースバンド信号の I 成分及び Q 成分と当該擬似雑音コードとの各相関値に対する巡回積分、並びにそれら積分値の 2 乗和演算であり、前記相関計測条件演算手段は、前記相関計測時間をこの巡回積分での巡回回数として決定する請求項 1 に記載の

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、GPS（グローバル・ポジショニング・システム）受信機に採用されて好適なスペクトル拡散信号捕捉装置に関し、特に、スペクトル拡散信号の捕捉時間を短縮するための装置構成の改良に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 周知のように、GPS とは、視野にある 3 個以上の衛星の電波を受信することによって、全世界、全天候で 24 時間、自らの 3 次元位置（衛星 3 個のみの受信の場合には 2 次元位置）や速度、時間の測定を可能としたシステムである。このため、この GPS を自動車などのナビゲーションに利用する研究が盛んに行われている。

【0003】 ところで、GPS をこのように自動車などのナビゲーションに利用する場合、いわゆる測位開始時間や衛星電波遮断からの復帰時間をできる限り短くすることが、同ナビゲーション情報を信頼性の高い情報とし

て維持する上で必要となる。測位開始時間とは上記 3 個以上の衛星の電波を捕捉して測位の開始が可能となるまでの時間であり、また衛星電波遮断からの復帰時間とは、例えば高層建築物等によって衛星からの電波が遮断された後、再度、それら 3 個以上の衛星の電波を捕捉して測位可能となるまでの時間である。

【0004】 そして、こうして測位開始時間や衛星電波遮断からの復帰時間を短くするためにはまず、視野にある衛星個々の電波を極力短い時間にて捕捉することが絶対の条件となる。

【0005】 一方こうした GPS において、衛星から送信される信号はスペクトル拡散変調されている。このため、該衛星信号を捕捉するためには、そのキャリア周波数を正確に予測することはもとより、同衛星信号に含まれる PN（擬似雑音）コードと同一パターンの PN コードを受信機内で発生させて、それら PN コードの位相同期をとることが必要となる。そしてその同期は、受信スペクトル拡散信号からキャリア成分を除去したベースバンド信号と同受信機内で発生した PN コードとの相関を計測することによって得ることができる。ここにこの PN コードの自己相関値は、相関計測区間を同 PN コードの 1 周期としたとき、それらコード周期毎にピークとなり、その他の位相ではほぼゼロとなることが知られている。

【0006】 そこで従来は、例えば特開昭 64-26976 号公報等にも見られるように、上記ベースバンド信号と上記受信機内で発生した PN コードとの相関を計測するための時間、すなわち相関計測時間を PN コード周期時間としている。因みに、GPS 受信機の場合には、民間用として公開されている C/A コード周期時間（＝1 msec）がこの相関計測時間となる。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 上記衛星信号のキャリア周波数を正確に予測でき且つ、その PN コード位相についてもこれを正確に一致させることができさえすれば、このように PN コード周期時間を相関計測時間とすることで、同衛星信号についての短時間での捕捉も確かに可能となる。

【0008】 例えば、GPS 受信機をコストスループで構成したとき、I チャネル及び Q チャネルから計測される相関値 i 及び q の 2 乗和（相関電力）は、PN コード位相並びにキャリア周波数が何れも一致したときにピークとなる。そしてこのときには、該ピーク相関電力もピーク相関ノイズ電力に比べて十分に大きな値となっているため、同ピーク相関電力に基づいて PN コード同士が同期していることを判定することも容易となる。

【0009】 しかし、たとえ PN コード位相が一致していても、キャリア周波数が異なればピーク相関電力は減少する。そして、キャリア周波数の誤差が 1 KHz 近くともなると、ピーク相関電力はピーク相関ノイズ電力よ

り低くなる。このような状態になると、上記PNコードの同期判定はおろか、ピーク相関電力を判別すること自体が困難となる。

【0010】このように、全ての衛星のスペクトル拡散信号を安定して捕捉可能とするためには、少なくともそれら衛星信号のキャリア周波数と受信機内で発生させるキャリア周波数とを正確に一致させる必要がある。しかし実情としては、GPS受信機内において目標として設定されるキャリア周波数と実際にその発生器から出力されるキャリア周波数との間にずれが生じることが多く、これを衛星信号のキャリア周波数に一致させることは至難とされていた。そして、このようなキャリア周波数のずれが無視できなくなる場合には、幾度もキャリアサーチが繰り返されるようになり、ひいては上述した測位開始時間や衛星電波遮断からの復帰時間を長引かせることとなる。

【0011】一方、受信されるGPS衛星信号の信号レベルが強ければ、キャリア周波数の予測誤差がたとえ1KHz近くであったとしても、これを捕捉することは可能である。このように衛星信号の信号レベルが強ければ、上記ピーク相関電力もピーク相関ノイズ電力に比べて大きな値に維持されるようになり、同ピーク相関電力に基づいて上記PNコードの同期の有無を判定することが可能となる。

【0012】しかし、地上に到達するGPS衛星の信号は、常にこうした強い信号レベルで受信されるとは限らない。衛星の信号レベルは通常、衛星仰角に対する依存性が強く、これが低仰角になると、ピーク相関電力とピーク相関ノイズ電力との差が殆どなくなり、キャリア周波数の予測誤差に対する許容量も自ずと「0」に近くなる。したがってこのような場合も、キャリアサーチが幾度となく繰り返されるようになり、ひいては上述した測位開始時間や衛星電波遮断からの復帰時間を長引かせることとなる。

【0013】この発明は、こうした実情に鑑みてなされたものであり、キャリア周波数の予測誤差に対する許容量が小さい場合であっても、衛星から送信されるスペクトル拡散信号をより短い時間にて捕捉することのできるスペクトル拡散信号捕捉装置を提供することを目的とする。

#### 【0014】

【課題を解決するための手段】こうした目的を達成するため、この発明では、受信されるスペクトル拡散信号からキャリア成分を除去してベースバンド信号を抽出するとともに、要求される相関計測時間に亘って該抽出したベースバンド信号と所定の擬似雑音コードとによる相関演算を実行しつつ、該相関演算に基づき得られる相関電力が当該擬似雑音コードとの同期を示す所定の値となるまで、同擬似雑音コードの位相をスライドさせるスペクトル拡散信号捕捉装置において、前記受信されるスペク

トル拡散信号の信号レベルを推定する受信信号レベル推定手段と、この推定されたスペクトル拡散信号の信号レベルと予め予測される相関ノイズレベルとの関係に基づいて前記相関計測時間を動的に決定する相関計測条件演算手段とを具えるようにする。

#### 【0015】

【作用】上記受信信号レベル推定手段及び相関計測条件演算手段によれば、受信されるスペクトル拡散信号のその都度の信号レベルに応じて動的に相関計測時間が決定され、この決定された相関計測時間に亘って、上記抽出されるベースバンド信号と所定の擬似雑音コード(PNコード)とによる相関演算が実行されるようになる。因みに、相関計測時間が短く設定されるほど、その相関演算によって得られる相関電力の特性は、キャリア周波数の予測誤差に対してその許容量を広げる方向に変化する。

【0016】このため、上記キャリア成分の除去が不完全である、或いは受信されるスペクトル拡散信号の信号レベルが小さいなどの理由により、キャリア周波数予測誤差の許容量が小さい場合であっても、上記相関計測条件演算手段を通じてより短い相関計測時間が設定されることによって、該キャリア周波数予測誤差の許容量が拡大されることとなる。

【0017】そして、こうしてキャリア周波数の予測誤差に対する許容量が拡大されることにより、上記相関演算に基づき得られる相関電力も、実質的にそのキャリア周波数誤差が大きくなる方向でのレベルが引き上げられることとなり、同相関電力が上記PNコードとの同期を示す所定の値にある旨の判定が比較的早い段階でなされるようになる。そしてこのため、該スペクトル拡散信号の捕捉に要する時間も自ずと短縮されるようになる。

【0018】なお、上記受信信号レベル推定手段としては、例えば(a)前記スペクトル拡散信号の受信仰角を求める仰角演算手段と、(b)この求められる受信仰角にそれぞれ対応した同スペクトル拡散信号の推定信号レベルが予め設定登録された信号レベル推定テーブルと、を具える構成とすることができる。前述したように、スペクトル拡散信号の信号レベルはその受信仰角に強く依存する。このため、こうしてスペクトル拡散信号の受信仰角を演算し、その演算値から同スペクトル拡散信号の信号レベルを推定することで、その受信信号レベルとして信頼性の高い値を得ることができるようになる。

【0019】また、上記ベースバンド信号と所定の擬似雑音コードとによる相関演算が上記ベースバンド信号のI成分及びQ成分と当該擬似雑音コードとの各相関値に対する巡回積分、並びにそれら積分値の2乗和演算である場合、上記相関計測条件演算手段としては、これを(c)前記相関計測時間をこの巡回積分での巡回回数として決定する手段、として構成することができる。これには例えば、予想される数段階のピーク相関ノイズ電力とそ

れらに見合った巡回回数との関係を予めの実験等に基づき設定したマップを用意して、上記推定された受信信号レベルを最低限認識し得るピーク相関ノイズ電力に対応した巡回回数をこのマップから得るようにする。

【0020】また更に、上記構成に代えて、(A)前記受信されるスペクトル拡散信号の信号レベルを所定の幅をもって推定する受信信号レベル推定手段と、(B)この所定の幅をもって推定されたスペクトル拡散信号の信号レベルと予め予測される相関ノイズレベルとの関係に基づき、前記相関計測時間として、同所定の幅をもって推定されたスペクトル拡散信号のレベル幅に対応した各別の時間を動的に決定する相関計測条件演算手段と、を具え、(C)前記抽出したベースバンド信号と所定の擬似雑音コードとによる相関演算を、これら決定される各別の相関計測時間に亘って同時に実行しつつ、それら相関演算に基づき得られる相関電力の何れかが当該擬似雑音コードとの同期を示す所定の値となるまで、同擬似雑音コードの位相をスライドさせる構成とすることで、上述したスペクトル拡散信号の捕捉をより確実なものとする

こともできる。すなわちこの場合には、受信信号レベル推定手段及び相関計測条件演算手段による上述した基本的な作用に加え、擬似雑音コード(PNコード)の1つの位相設定値毎に、上記各別の相関計測時間に基づく同期判定が並行して実行されるようになる。このため、受信環境が更に悪化する場合であれ、上記スペクトル拡散信号が捕捉される確率は高く維持されるようになる。

【0021】なおこの場合には、上記(A)の受信信号レベル推定手段も、これを例えば(a')前記スペクトル拡散信号の受信仰角を求める仰角演算手段と、(b')この求められる受信仰角にそれぞれ対応した同スペクトル拡散信号の推定信号レベルについて、前記所定の幅に対応した臨界レベルが予め設定登録された信号レベル推定テーブルと、を具えるものとして構成することができる。

【0022】また、上記ベースバンド信号と所定の擬似雑音コードとによる相関演算が上記ベースバンド信号のI成分及びQ成分と当該擬似雑音コードとの各相関値に対する複数系統の巡回積分、並びにそれら複数系統の積分値各々に対する複数系統の2乗和演算である場合には、上記(B)の相関計測条件演算手段としても、これを(c')前記各別の相関計測時間をこれら複数系統の巡回積分での各巡回回数として決定する手段、として構成することができる。そしてこの場合も、上述した予想される数段階のピーク相関ノイズ電力とそれらに見合った巡回回数との関係を予め設定したマップを利用することができる。

【0023】

【実施例】図1に、この発明にかかるスペクトル拡散信号捕捉装置の一実施例について、その装置構成を示す。

【0024】この実施例の装置は、この発明にかかるスペクトル拡散信号捕捉装置をGPS受信機に具体化した

ものである。GPS受信機自体は自動車等の車両に搭載されているものとする。そしてこの実施例の装置では、受信機内から発生させる前記PNコード(擬似雑音コード)をスライディングして、これに受信されるスペクトル拡散信号の同期検出を行う。

【0025】さて、この図1に示す実施例のスペクトル拡散信号捕捉装置において、GPS衛星から送信され、当該受信機に受信されたスペクトル拡散信号は、乗算器1a及び1bに入力され、ここでIチャネル及びQチャネルの別に、そのキャリア成分が除去される。

【0026】因みに、乗算器1aは、このスペクトル拡散信号から位相「0°」のキャリア成分を除去して、Iチャネルのベースバンド信号を抽出するものであり、該抽出されたIチャネルのベースバンド信号は、LPF(ロー・パス・フィルタ)2aによってその高周波成分が除去された後、相関器3aに入力される。また乗算器1bは、同スペクトル拡散信号から位相「90°」のキャリア成分を除去して、Qチャネルのベースバンド信号を抽出するものであり、該抽出されたQチャネルのベースバンド信号は、LPF(ロー・パス・フィルタ)2bによってその高周波成分が除去された後、相関器3bに入力される。

【0027】これら相関器3a及び3bは、上記入力されるIチャネル及びQチャネルの各ベースバンド信号と後述するPNコード発生器11から発生されるPNコードとに基づき、それぞれその相関値i及びqを計測するものである。この計測されたIチャネルの相関値iは巡回積分器4aに、Qチャネルの相関値qは巡回積分器4bにそれぞれ入力される。なお、これら相関器3a及び3bは、少なくともPNコード周期/n(ただし、nは2以上の自然数)といった時間にて、上記相関値i及びqの計測を実行するものとする。

【0028】巡回積分器4a及び4bは、後述する相関計測条件演算部18から与えられる巡回回数mに基づき、上記入力される相関値i及びqをそれぞれm回連続して加算処理するものであり、それら加算結果は各々、乗算器5a及び5bによって2乗処理された後、加算器6を通じて加算される。

【0029】そして、この2乗加算された信号、すなわち当該受信信号の相関電力は更に、フィルタ7を通じてそのノイズ成分が均された後、同期判定部8に入力され、該同期判定部8において、捕捉判定閾値THとの比較のもとに、上記PNコードとの同期の有無が判定される。

【0030】ここで、フィルタ7は通常、上記巡回積分器4a及び4bと同様の巡回積分を繰り返して実行する手段として構成され、上記相関電力を加算平均することでそのノイズや計測誤差等によるばらつきを緩和するよう機能する。

【0031】また、同期判定部8は、後述する相関計測条件演算部18から与えられる捕捉判定閾値THに基づいて上記フィルタリングされた相関電力のレベルを監視し、該相関電力のレベルが閾値TH以上となるとき、上記発生されているPNコードとの同期がとられたものとしてこれを判定する。

【0032】そしてこの同期判定部8では、同期がとられた旨、すなわち捕捉された旨判定されるときには、復調器9に対しトゥルー信号Trを出力してその復調機能を能動とする。

【0033】復調器9は、上記相関器3aを通じて計測されたIチャネルの相関値iに基づいて、上記捕捉されたスペクトル拡散信号からその送信データを復調するものであり、この復調されたデータがGPSデータとして当該車両の測位演算等に利用されることとなる。

【0034】他方、同期判定部8は、上記入力される相関電力のレベルが閾値THに満たないときには、未だ同期がとられていない旨判定して、PNコード制御部10に対しフェイルス信号Fを出力する。

【0035】PNコード制御部10は、PNコード発生器11を通じて発生させるPNコードのコードパターン及び発生タイミング(コード位相)を制御する部分であり、同期判定部8からこうしてフェイルス信号Fが加えられることにより、その時点で発生されているPNコードの位相を、例えば(1/2)チップだけ変更する。PNコード発生器11から発生されるPNコードが相関器3a及び3bに対して与えられるようになることは上述した通りである。したがって、こうしてPNコードの位相が変更されることにより、上記Iチャネル及びQチャネルの各相関値i及びqも変更され、ひいては上記2乗加算されフィルタリングされる相関電力のレベルが変化する。

【0036】そして、この変化した相関電力のレベルが、上記捕捉判定閾値TH以上となれば、同期判定部8において同期がとられた旨判定されて、当該受信信号に対する捕捉処理は終了される。

【0037】しかし、同相関電力のレベルが変化しても尚、上記閾値THに満たなければ、再度、同期判定部8からPNコード制御部10に対しフェイルス信号Fが送られて、こうしたPNコードの位相変更処理が繰り返される。

【0038】そして、こうしたPNコードの位相変更処理がPNコード位相の1周期分に亘って繰り返されても尚、上記閾値TH以上の相関電力を検出することができない場合には、そのとき同期判定部8から出力されるフェイルス信号Fに基づいて、PNコード制御部10からキャリア制御部12に対し、キャリア周波数の変更を依頼する信号が出力される。すなわちこの場合、キャリア発生器13から出力されているキャリア信号周波数が相関電力のメインローブに存在しなかったものとみなされ

る。

【0039】キャリア制御部12は、キャリア発生器13を通じて発生させるキャリア信号の周波数を制御する部分であり、PNコード制御部10からこうしてキャリア周波数の変更を依頼する信号が加えられることにより、そのとき発生されているキャリア信号の周波数を変更する。

【0040】キャリア発生器13からは、上記乗算器1aに対しては位相「0°」の、また上記乗算器1bに対しては位相「90°」のキャリア周波数信号がそれぞれ加えられている。したがって、こうしてそれらキャリア信号の周波数が変更されることにより、上記Iチャネル及びQチャネルのベースバンドも変更され、ひいては上記相関電力のメインローブが変化する。

【0041】ただしこの際、図2(a)に示すように、相関電力のメインローブが

(2/計測時間) [Hz]

周期で変化するようにキャリア周波数が変更されると、メインローブの谷となった部分では、上記捕捉判定閾値THに基づきキャリア周波数をサーチすることができなくなる。

【0042】そこで、上記キャリア制御部12では、同図2(b)に示されるように、相関電力のメインローブの谷が捕捉判定閾値THよりも大きくなるように、その変更すべきキャリア周波数を制御するものとする。

【0043】こうしてキャリア周波数が変更されれば、先のPNコードサーチによって捕捉判定閾値TH以上の相関電力を検出することができなかった場合でも、その後のPNコードサーチによっては、同捕捉判定閾値TH以上の相関電力が検出される可能性がでてくる。

【0044】一方、同実施例の装置において、データメモリ14は、先の復調されたGPSデータに含まれる衛星軌道情報(アルマナックデータ)or、及びGPSデータに基づき演算された自己の位置情報psが少なくとも記憶されるメモリである。これら記憶された衛星軌道情報or及び位置情報psは、当該装置の初期設定時に、その最新のものが同データメモリ14から読み出されて、仰角演算部15に与えられるようになる。

【0045】仰角演算部15は、このデータメモリ14から読み出された衛星軌道情報or及び位置情報psと時計16から出力される時刻情報tとに基づいて、当該車両(受信機)位置を基準とした衛星仰角eを演算する部分である。こうした仰角の演算法自体は周知であり、ここでの改めの説明は割愛する。この仰角演算部15を通じて求められた仰角eの値は、相関電力推定テーブル17に入力されるようになる。

【0046】相関電力推定テーブル17は、例えば図3に示されるように、上記仰角eの値に対して推定されるピーク相関電力A<sup>2</sup>(A<sup>2</sup>乗: " " はべき乗を表す)の関係が予め設定登録された例えばROM(読み出

し専用メモリ) からのテーブルである。同図 3 に示されるように、この相関電力推定テーブル 17 では、上記仰角値  $e$  をもってアクセスされることにより、同仰角値  $e$  に対応する推定ピーク相関電力  $A^2$  の値を読み出してこれを相関計測条件演算部 18 に対し出力するようになる。なお、スペクトル拡散信号の信号レベル、すなわちこの推定されるピーク相関電力  $A^2$  の値が、その受信仰角、すなわち上記衛星仰角  $e$  に強く依存するようになることは前述した通りである。

【0047】相関計測条件演算部 18 は、ピーク相関ノイズ電力マップ 19 を用いて、上記入力される推定ピーク

$$A_p^2 = [A \cdot \sin(\pi \Delta f T) / \pi \Delta f T]^2 \quad \cdots (1)$$

ここで、 $A_p^2$  は、上記推定ピーク相関電力  $A^2$  にキャリア周波数誤差  $\Delta f$  分だけ幅をもたせたピーク相関電力である。また同式中、 $A$  はこの相関電力の相関ピーク値を、 $T$  は相関計測時間をそれぞれ示す。上記推定されたピーク相関電力  $A^2$  とこの求められるピーク相関電力  $A_p^2$  との関係を図 4 に参考までに示す。先の、I チャンネルの相関値  $i$  と Q チャンネルの相関値  $q$  との 2 乗和 ( $i^2 + q^2$ ) として得られるピーク相関電力も、予測されるキャリア周波数が  $\Delta f$  だけずれることにより、上記 (1) 式、或いは図 4 に示される関係と同様の関係で変化することとなる。

【0049】一方、ピーク相関ノイズ電力マップ 19 は、例えば図 5 に示すように、予想される数段階のピーク相関ノイズ電力  $An1^2$ 、 $An2^2$ 、 $An3^2$ 、及び  $An4^2$  とそれらに見合った巡回回数  $m$  ( $m=1$ 、 $m=2$ 、 $m=3$ 、及び  $m=4$ ) との関係が、予めの実験等に基づいて所定に設定されたマップである。

【0050】また、これら各ピーク相関ノイズ電力  $An1^2$ 、 $An2^2$ 、 $An3^2$ 、及び  $An4^2$  に対応して設定される巡回回数  $m$  と相関計測時間  $T$  との関係は以下の通りであるとする。

(1) ピーク相関ノイズ電力  $An1^2$

※

$$An1^2 \geq A_p^2 > An2^2 > An3^2 > An4^2 \quad \cdots (2)$$

といった関係にある旨判断される場合には、同ピーク相関電力  $A_p^2$  を最低限認識し得るピーク相関ノイズ電力として「ピーク相関ノイズ電力  $An2^2$ 」が決定され、また該ピーク相関ノイズ電力  $An2^2$  に対応した巡回回数  $m$  として、相関計測時間  $T$  を ( $0.5 \times PN$  コード周期時間) とする「 $m=2$ 」が決定される。

【0052】そしてこの例の場合、相関計測条件演算部 18 では、先の巡回積分器 4a 及び 4b に対しては上記決定した「巡回回数  $m=2$ 」を指示し、また同期判定部 8 に対しては上記決定した「ピーク相関ノイズ電力  $An2^2$ 」に対応した値を捕捉判定閾値  $TH$  として指示することとなる。

【0053】因みに従来は、相関計測時間  $T$  が  $PN$  コード周期時間 (上記ピーク相関ノイズ電力マップ 19 の例では巡回回数  $m=4$  に対応した時間) に固定されてい

\* ク相関電力  $A^2$  の値から、相関計測時間、すなわち先の巡回積分器 4a 及び 4b に対して指定すべき巡回回数  $m$  と、同期判定部 8 が上述した同期判定を行う上で基準とされる捕捉判定閾値  $TH$  とを決定する部分である。

【0048】こうした巡回回数  $m$  及び捕捉判定閾値  $TH$  を決定するに際し、該相関計測条件演算部 18 ではまず、上記入力される推定ピーク相関電力  $A^2$  にキャリア周波数誤差  $\Delta f$  分だけ幅をもたせるべく、次の演算を実行する。以下でも、“ $\sim$ ” はべき乗を表すものとする。

10 る。

※巡回回数  $m=1$

相関計測時間  $T=0.25 \times PN$  コード周期時間

(2) ピーク相関ノイズ電力  $An2^2$

巡回回数  $m=2$

相関計測時間  $T=0.5 \times PN$  コード周期時間

(3) ピーク相関ノイズ電力  $An3^2$

巡回回数  $m=3$

20 相関計測時間  $T=0.75 \times PN$  コード周期時間

(4) ピーク相関ノイズ電力  $An4^2$

巡回回数  $m=4$

相関計測時間  $T=1.0 \times PN$  コード周期時間

上記相関計測条件演算部 18 では、ピーク相関ノイズ電力マップ 19 に対してこのように予測設定されたピーク相関ノイズ電力  $An1^2$ 、 $An2^2$ 、 $An3^2$ 、及び  $An4^2$  と上記求めたピーク相関電力  $A_p^2$  とを順次比較して、同ピーク相関電力  $A_p^2$  を最低限認識し得るピーク相関ノイズ電力、及び該ピーク相関ノイズ電力に対応した巡回回数を決定する。

【0051】例えば、上記求めたピーク相関電力  $A_p^2$  が、各ピーク相関ノイズ電力  $An1^2$ 、 $An2^2$ 、 $An3^2$ 、及び  $An4^2$  に対し、図 5 に付記される如く、

た。しかしこのように、相関計測時間  $T$  が「 $0.5 \times PN$  コード周期時間 (巡回回数  $m=2$ )」に短縮されることにより、上記 I チャンネルの相関値  $i$  と Q チャンネルの相関値  $q$  との 2 乗和 ( $i^2 + q^2$ ) として得られる相関電力は、例えば図 6 に示されるように、キャリア周波数の予測誤差  $\Delta f$  に対してその許容量を広げる方向に変化する。先の (1) 式においても、相関計測時間  $T$  を短くすれば、キャリア周波数誤差  $\Delta f$  に対する相関電力の低下率を少なくできることがわかる。

【0054】因みに同図 6 において、破線は、相関計測時間  $T=PN$  コード周期時間 (巡回回数  $m=4$ ) としたときの相関電力の特性を示し、また実線は、相関計測時間  $T=0.5 \times PN$  コード周期時間 (巡回回数  $m=2$ ) としたときの相関電力の特性を示す。相関電力として同一のレベルを想定すれば、それぞれ  $\Delta f$  及び  $\Delta f'$  とし



て付記するように、相関計測時間  $T$  の短い実線にて示す相関電力特性の方がより大きなキャリア周波数誤差を見込めることが明かである。また見方を換えて、点  $p_{t1}$  及び  $p_{t2}$  の如く、それぞれ同一のキャリア周波数誤差についての許容値を想定すれば、相関計測時間  $T$  の長い (= PN コード周期時間) 破線にて示す相関電力特性の側では、その許容値  $p_{t1}$  が捕捉不能となる (閾値  $TH$  に満たない) が、他方の相関計測時間  $T$  の短い実線にて示す相関電力特性の側では、その許容値  $p_{t2}$  にあっても十分に捕捉が可能となる。

【0055】ただし、このように相関計測時間  $T$  を短くすれば、ピーク相関ノイズ電力もそれに応じて増加する。例えば、PN コード位相について上記相関電力を見た場合、相関計測時間  $T$  が PN コード周期時間に選ばれているときには、図 7 (a) に示されるように、ピーク相関ノイズ電力  $A_n^{-2}$  は、ピーク相関電力に比して十分小さな値に保たれる。しかし、相関計測時間  $T$  が PN コード周期の  $(1/n)$  時間 ( $n$  は 2 以上の自然数) に選ばれる場合には、同図 7 (b) に示されるように、ピーク相関ノイズ電力 ( $A_n^{-2}$ ) とピーク相関電力とのレベル差が小さくなる。そして、相関計測時間  $T$  が PN コード周期時間の自然数倍にない場合や、同時間  $T$  が極度に短く設定される場合には、ピーク相関電力の小さい衛星信号についてこれを捕捉することができなくなる。

【0056】そこでこの実施例の装置では、予めの実験等に基づき、このような実情を十分考慮した上で、上記ピーク相関ノイズ電力マップ 19 に対するピーク相関ノイズ電力  $An1^{-2}$ 、 $An2^{-2}$ 、 $An3^{-2}$ 、及び  $An4^{-2}$  や、それらに対応する相関計測時間  $T$  (巡回回数  $m$ ) の登録設定が行われている。

【0057】図 8 及び図 9 は、該実施例の装置によるスペクトル拡散信号の捕捉手順を示したものである。次に、これら図 8 及び図 9 を併せ参照して、同実施例の装

$$S(t) = AP(t)D(t) \cos \omega_i t \quad \dots (3)$$

ただし、 $S(t)$  : スペクトル拡散信号

$A$  : 振幅

$P(t)$  : PN コード (-1, +1)

$D(t)$  : データ (-1, +1)

$\cos \omega_i t$  : キャリア

といった信号が受信されるものとする、上記発生すべきキャリア信号の周波数は、キャリア制御部 12 を通じて「 $\cos(\omega t + \phi)$ 」といった周波数に制御され、※

$$I \text{ チャネル信号} = AP(t)D(t) \cos(\Delta \omega t + \phi)$$

$$Q \text{ チャネル信号} = AP(t)D(t) \sin(\Delta \omega t + \phi)$$

... (4)

ただし、 $\Delta \omega = \omega - \omega_i$

また、これら  $I$  チャネル及び  $Q$  チャネルの信号が前記相関器 3a 及び 3b において上記 PN コードのもとに計測

$$i = (1/T) \int_{-T/2}^{T/2} \{T\}^{-1} P(t+\tau)P(t)D(t)\cos(\Delta \omega t + \phi) dt$$

\* 置全体としての動作を更に詳述する。

【0058】この実施例の装置では、以下に列記する手順をもって、GPS 衛星から送信されるスペクトル拡散信号を捕捉する。まず同装置は、捕捉目標とする衛星信号に対し、当該車両の位置・環境において最も適した相関計測条件を得るべく、初期設定 (ステップ 100) を実行する。この初期設定にかかる手順については、図 9 にその詳細を示す。

【0059】すなわち、同図 9 に示される初期設定ルーチンにおいて、該実施例の装置はまず、データメモリ 14 に記憶されている最新の衛星軌道情報  $o_r$  及び当該車両の位置情報  $p_s$  と時計 16 から出力される現在の時刻情報  $t$  とを仰角演算部 15 に読み込んで、捕捉目標衛星の仰角値  $e$  を演算する (ステップ 101)。こうして仰角値  $e$  を求めた同装置は次に、相関電力推定テーブル 17 を通じて、該求めた仰角値  $e$  に対応する受信信号レベル (ピーク相関電力)  $A^{-2}$  を推定し (ステップ 102)、この推定したピーク相関電力  $A^{-2}$  をもとに、相関計測条件演算部 18 を通じて、巡回回数  $m$  及び捕捉判定閾値  $TH$  を決定する (ステップ 103)。こうした巡回回数  $m$  及び捕捉判定閾値  $TH$  の決定が、ピーク相関ノイズ電力マップ 19 と修正されたピーク相関電力  $A_p^{-2}$  とを用い、先の図 5 を参照して説明した態様で実行されることは前述した通りである。

【0060】他方、この実施例の装置は、同初期設定ルーチンとして更に、キャリア発生器 13 から発生すべきキャリア信号の周波数を予測されるキャリア周波数に制御し (ステップ 104) 且つ、PN コード発生器 11 から発生すべき PN コードのパターンを捕捉目標とする衛星信号の PN コードパターンに制御する (ステップ 105)。

【0061】例えば、捕捉目標とするスペクトル拡散信号 (衛星信号) として、

※一方の PN コードは、PN コード制御部 10 を通じて「 $P(t+\tau)$ 」といったパターンに制御される。

【0062】また因みに、こうしたスペクトル拡散信号が前記乗算器 1a 及び 1b を通じて上記キャリア信号と乗算され且つ、LPF 2a 及び 2b を通じてその高周波成分が除去されることにより、 $I$  チャネル及び  $Q$  チャネルからはそれぞれ次の信号が抽出されるようになる。

されることにより、それら各相関値  $i$  及び  $q$  はそれぞれ次の値をとるようになる。

$$q = (1/T) A \int_{T_0}^{T_0+T} P(t+\tau) P(t) D(t) \sin(\Delta\omega t + \phi) dt \quad \dots (5)$$

ただし、T：相関計測時間（＝PNコード周期時間／n、n≧2）

T<sub>0</sub>：相関計測開始時刻

また同式中、「 $\int_{T_0}^{T_0+T}$ 」は、「T<sub>0</sub>からT<sub>0</sub>+Tまでの積分」を意味するものとする。こうして初期設定を終えた該実施例の装置は、図8に示されるメインルーチンにおいて、上記決定された巡回回数m（例えばm＝2）のもとに巡回積分器4a及び4bを通じてそれぞれIチャネルの相関値i及びQチャネルの相関値qに対する巡回積分を実行する（ステップ110）。また同装置では、これら得られた各積分値を2乗器5a及び5bを通じて2乗した後、加算器6を通じて加算し、当該衛星信号の相関電力を計算する（ステップ120）。

【0063】こうして衛星信号の相関電力を得た同実施例の装置は更に、該相関電力を前記フィルタ7に通し、そのばらつき等を緩和した後（ステップ130及び140）、同期判定部8を通じて、上記決定された捕捉判定閾値T<sub>H</sub>との比較のもとに、当該相関電力Pの同期の有無を判定する（ステップ150）。なお、フィルタ7によるフィルタリングが通常、同図8に示すステップ140→ステップ110→ステップ120→ステップ130のループの如く、上記巡回積分器4a及び4bと同様の巡回積分を繰り返し、その得られる相関電力を加算平均する処理として実現されることは上述した通りである。

【0064】そして該実施例の装置では、上記得られた相関電力Pの値が捕捉判定閾値T<sub>H</sub>以上である旨、同期判定部8を通じて判定される場合（トゥール信号T<sub>r</sub>が出力される場合）には、当該衛星信号を捕捉し得たものとして、同衛星信号についての捕捉処理を終了する。こうして目標とする衛星信号の捕捉が達成されることによって復調器9が能動とされ、以後、同衛星信号についてのGPSデータ復調が可能となることも前述した。

【0065】一方、上記得られた相関電力Pの値が捕捉判定閾値T<sub>H</sub>に満たない旨、同期判定部8を通じて判定される場合（フェイルス信号Fが出力される場合）、同実施例の装置は、PNコード制御部10を通じて、PNコード発生器11から発生されているPNコードの位相を例えば（1／2）チップだけ変更する（ステップ160）。こうしたPNコードの位相変更は、このPNコードの位相変更によって変化する上記相関電力Pの値が捕捉判定閾値T<sub>H</sub>以上となるまで、同PNコード位相の1周期分に亘って繰り返される（ステップ170）。そしてその途中、該PNコードの位相変更によって変化した相関電力のレベルが捕捉判定閾値T<sub>H</sub>以上となれば、その時点で、同期がとられた旨判定されて、当該衛星信号に対する捕捉処理は終了される。

【0066】また一方、こうしたPNコードの位相を変

更してのサーチ（コードサーチ）が同PNコード位相の1周期分に亘って繰り返されても尚、相関電力Pの値が上記閾値T<sub>H</sub>に満たない場合、同実施例の装置は次に、キャリア周波数の変更を実行する（ステップ180）。こうしたキャリア周波数の変更が、キャリア制御部13を通じて、例えば図2（b）に示される態様で実行されること、またこうしたキャリア周波数の変更によって、先のコードサーチにより捕捉判定閾値T<sub>H</sub>以上の相関電力を検出することができなかった場合でも、その後の同コードサーチによっては該閾値T<sub>H</sub>以上の相関電力が検出される可能性がでてくること、等々についても前述した。

【0067】もっとも、この実施例の装置では上述のように、目標とする衛星信号についてのその都度最適の相関計測条件（相関計測時間、すなわち積分巡回回数m、及び捕捉判定閾値T<sub>H</sub>）が予め初期設定されるため、キャリア周波数予測誤差の許容量が好適に拡大され、ひいてはこうした捕捉処理も比較的早い段階で終了されるようになる。

【0068】ところで、上記実施例の装置では、演算した衛星仰角eから推定されるピーク相関電力A<sup>2</sup>（A<sup>2</sup>乗）が、先の図3に示される如く、ほぼ一義的に決定されるものとしている。しかし、現実には受信される衛星信号のピーク相関電力にはかなりのばらつきがあり、推定されたピーク相関電力（正確には該ピーク相関電力がキャリア周波数誤差Δfを見込んで修正された値A<sub>p</sub><sup>2</sup>）と捕捉判定閾値T<sub>H</sub>との差が余りないような場合には、捕捉を失敗する可能性がある。

【0069】このようなことを避けるためには、相関計測時間の異なる相関値を複数計測して同期判定を行うようにすればよい。図10に、この発明にかかるスペクトル拡散信号捕捉装置の他の実施例として、こうした相関計測時間の異なる相関値を複数計測して同期判定を行うようにした装置についてその一例を示す。なお、この図10に示す実施例の装置において、先の図1に示した装置と同一の要素については同一若しくは関連する符号を付して示しており、それら要素についての重複する説明は割愛する。

【0070】さて、この実施例の装置は、同図10に示されるように、Iチャネルの相関値i及びQチャネルの相関値qの各々について各別の相関計測時間（巡回回数m<sub>1</sub>及びm<sub>2</sub>）が設定される2系統の相関電力演算回路を具えて構成される。因みに、第1系統の相関電力演算回路は、巡回積分器4a及び4b、2乗器5a及び5b、加算器6a、そしてフィルタ7aからなり、第2系統の相関電力演算回路は、巡回積分器4c及び4d、2乗器5c及び5d、加算器6b、そしてフィルタ7bからなる。また、これら2系統の相関電力演算回路を通じ

15

て得られる相関電力  $P_1$  及び  $P_2$  は、同期判定部 8' において、各別の捕捉判定閾値  $TH_1$  及び  $TH_2$  に基づいてその同期判定が行われるようになっている。一方、データメモリ 14 に記憶されている最新の衛星軌道情報  $o_r$  及び当該車両の位置情報  $p_s$  と時計 16 から出力される現在の時刻情報  $t$  とに基づき、仰角演算部 15 を通じて衛星仰角  $e$  が演算されることはこの実施例の装置においても同様であるが、同実施例の装置の場合、相関電力推定テーブル 17' には、例えば図 11 に示されるように、上記演算される仰角値  $e$  に対し所定の幅をもってその推定されるピーク相関電力の値が設定されている。この図 11 の例では、ある仰角値  $e$  について、ピーク相関電力  $A_1^2$  とこれよりも小さいピーク相関電力  $A_2^2$  との 2 種類のピーク相関電力が推定されることを示している。

【0071】また、同実施例の装置において、相関計測条件演算部 18' は、上記推定されるピーク相関電力  $A_1^2$  及び  $A_2^2$  の前記キャリア周波数誤差  $\Delta f$  を見込んだ各修正値  $A_{p1}^2$  及び  $A_{p2}^2$  から、ピーク相関ノイズ電力マップ 19 を用いて、上記第 1 系統の巡回積分器 4 a 及び 4 b に対して指定すべき巡回回数  $m_1$ 、及び上記第 2 系統の巡回積分器 4 c 及び 4 d に対して指定すべき巡回回数  $m_2$  と共に、同期判定部 8' が上記同期判定を行う上でそれぞれ基準とされる捕捉判定閾値  $TH_1$  及び  $TH_2$  を決定する部分である。ピーク相関ノイズ電力マップ 19 は、この実施例の装置においても、予想される数段階のピーク相関ノイズ電力  $An_1^2$ 、 $An_2^2$ 、 $An_3^2$ 、及び  $An_4^2$  とそれらに見合った巡回回数  $m$  ( $m=1$ 、 $m=2$ 、 $m=3$ 、及び  $m=$  \*

$$An_1^2 > A_{p1}^2 \geq An_2^2 > An_3^2 > A_{p2}^2 > An_4^2$$

といった関係にある旨判断される場合には、ピーク相関電力  $A_{p1}^2$  を最低限認識し得るピーク相関ノイズ電力として「ピーク相関ノイズ電力  $An_2^2$ 」が決定され、また該ピーク相関ノイズ電力  $An_2^2$  に対応した巡回回数  $m$  として、相関計測時間  $T$  を ( $0.5 \times PN$  コード周期時間) とする「 $m_1=2$ 」が決定される。同様に、ピーク相関電力  $A_{p2}^2$  を認識し得るピーク相関ノイズ電力として「ピーク相関ノイズ電力  $An_4^2$ 」が決定され、また該ピーク相関ノイズ電力  $An_4^2$  に対応した巡回回数  $m$  として、相関計測時間  $T$  を ( $1.0 \times PN$  コード周期時間) とする「 $m_2=4$ 」が決定される。

【0073】そしてこの例の場合、相関計測条件演算部 18' では、第 1 系統の巡回積分器 4 a 及び 4 b に対しては上記決定した「巡回回数  $m_1=2$ 」を、また第 2 系統の巡回積分器 4 c 及び 4 d に対しては上記決定した「巡回回数  $m_2=4$ 」をそれぞれ指示し、同期判定部 8' に対しては上記決定した「ピーク相関ノイズ電力  $An_2^2$ 」及び「ピーク相関ノイズ電力  $An_4^2$ 」に対応した値をそれぞれ捕捉判定閾値  $TH_1$  及び  $TH_2$  として

16

\* 4) との関係が、予めの実験等に基づいて所定に設定されたマップであり、また、これら各ピーク相関ノイズ電力  $An_1^2$ 、 $An_2^2$ 、 $An_3^2$ 、及び  $An_4^2$  に対応して設定される巡回回数  $m$  と相関計測時間  $T$  との関係も以下の通りであるとする。

(1) ピーク相関ノイズ電力  $An_1^2$

巡回回数  $m=1$

相関計測時間  $T=0.25 \times PN$  コード周期時間

(2) ピーク相関ノイズ電力  $An_2^2$

巡回回数  $m=2$

相関計測時間  $T=0.5 \times PN$  コード周期時間

(3) ピーク相関ノイズ電力  $An_3^2$

巡回回数  $m=3$

相関計測時間  $T=0.75 \times PN$  コード周期時間

(4) ピーク相関ノイズ電力  $An_4^2$

巡回回数  $m=4$

相関計測時間  $T=1.0 \times PN$  コード周期時間

相関計測条件演算部 18' では、ピーク相関ノイズ電力マップ 19 に対してこのように予測設定されたピーク相関ノイズ電力  $An_1^2$ 、 $An_2^2$ 、 $An_3^2$ 、及び  $An_4^2$  と上記ピーク相関電力の修正値  $A_{p1}^2$  及び  $A_{p2}^2$  とを順次比較して、それらピーク相関電力  $A_{p1}^2$  及び  $A_{p2}^2$  の各々を最低限認識し得るピーク相関ノイズ電力、及びそれらピーク相関ノイズ電力に対応した巡回回数を決定する。

【0072】例えば、上記ピーク相関電力  $A_{p1}^2$  及び  $A_{p2}^2$  が、各ピーク相関ノイズ電力  $An_1^2$ 、 $An_2^2$ 、 $An_3^2$ 、及び  $An_4^2$  に対し、図 12 に付記される如く、

... (6)

指示することとなる。

【0074】このように、一方では相関計測時間  $T$  が「 $0.5 \times PN$  コード周期時間 (巡回回数  $m_1=2$ )」に短縮され、他方では同相関計測時間  $T$  が「 $1.0 \times PN$  コード周期時間 (巡回回数  $m_2=4$ )」に維持されることにより、上記  $I$  チャネルの相関値  $i$  と  $Q$  チャネルの相関値  $q$  との 2 乗和 ( $i^2 + q^2$ ) として得られる相関電力  $P_1$  及び  $P_2$  はそれぞれ、各対応する捕捉判定閾値  $TH_1$  及び  $TH_2$  に対し、例えば図 13 において実線及び一点鎖線として示される特性となる。

【0075】この図 13 によって明らかなように、たとえ実際に計測される相関電力が小さくとも、キャリア周波数誤差  $\Delta f$  さえ少なければ、むしろ第 2 系統の相関電力  $P_2$  の例えば点  $P_0$  として付記するレベルをもって、第 1 系統の相関電力  $P_1$  以前に、その捕捉が可能となる。換言すれば、キャリア周波数誤差  $\Delta f$  に対する許容量を大きくとることができるとはいえ、その対応する捕捉判定閾値  $TH_1$  との差が余りない第 1 系統の相関電力  $P_1$  ではその捕捉を失敗する可能性がある場合でも、キ

17

キャリア周波数誤差  $\Delta f$  の少ない範囲では、捕捉判定閾値  $TH2$  との差が比較的大きい第 2 系統の相関電力  $P2$  に基づいて、より早い時期にその捕捉が可能となる。

【0076】図 14 及び図 15 は、この図 10 に示した実施例の装置によるスペクトル拡散信号の捕捉手順を示したものであり、以下、これら図 14 及び図 15 を併せ参照して、同実施例の装置全体としての動作を説明する。

【0077】この実施例の装置にあっても、捕捉目標とする衛星信号に対し、当該車両の位置・環境において最も適した相関計測条件を得るべく、初期設定（ステップ 200）を実行する。この初期設定にかかる手順については、図 15 にその詳細を示している。

【0078】すなわち、同図 15 に示される初期設定ルーチンにおいて、該実施例の装置もまず、データメモリ 14 に記憶されている最新の衛星軌道情報  $or$  及び当該車両の位置情報  $ps$  と時計 16 から出力される現在の時刻情報  $t$  とを仰角演算部 15 に読み込んで、捕捉目標衛星の仰角値  $e$  を演算する（ステップ 201）。こうして仰角値  $e$  を求めた同装置は次に、相関電力推定テーブル 17' を通じて、該求めた仰角値  $e$  に対応する上記 2 種類の受信信号レベル（ピーク相関電力） $A1^{\wedge}2$  及び  $A2^{\wedge}2$  を推定する（ステップ 202 及び 203）。そして、これら推定したピーク相関電力  $A1^{\wedge}2$  及び  $A2^{\wedge}2$  をもとに、相関計測条件演算部 18 を通じて、巡回回数  $m1$  及び  $m2$ 、並びに捕捉判定閾値  $TH1$  及び  $TH2$  を決定する（ステップ 204）。こうした巡回回数  $m1$  及び  $m2$ 、並びに捕捉判定閾値  $TH1$  及び  $TH2$  の決定は、上述のように、ピーク相関ノイズ電力マップ 19 と修正されたピーク相関電力  $Ap1^{\wedge}2$  及び  $Ap2^{\wedge}2$  とを用い、先の図 12 を参照して説明した態様で実行される。

【0079】そして、この実施例の装置においても先の場合と同様、同初期設定ルーチンとして更に、キャリア制御部 12 を通じて、キャリア発生器 13 から発生されるキャリア信号の周波数が予測されるキャリア周波数に制御され（ステップ 205）且つ、PNコード制御部 10 を通じて、PNコード発生器 11 から発生される PNコードのパターンが捕捉目標とする衛星信号の PNコードパターンに制御される（ステップ 206）。

【0080】こうして初期設定を終えた該実施例の装置は、図 14 に示すメインルーチンにおいて、上記決定された巡回回数  $m1$  及び  $m2$ （例えば  $m1=2$ 、 $m2=4$ ）のもとに、上記第 1 及び第 2 系統の相関演算回路を通じて、当該衛星信号についての相関計測時間の異なる 2 系統の相関電力  $P1$  及び  $P2$  を計算する（ステップ 210）。

【0081】衛星信号についてのこれら 2 系統の相関電力  $P1$  及び  $P2$  を得た同実施例の装置は次に、同期判定部 8' を通じて、上記決定された捕捉判定閾値  $TH1$  及

18

び  $TH2$  との比較のもとに、これら相関電力  $P1$  及び  $P2$  のそれぞれについて同期の有無を判定する（ステップ 220 及び 230）。そして、これら相関電力  $P1$  及び  $P2$  の何れか一方でも、その対応する捕捉判定閾値以上となる旨が判断された場合には、当該衛星信号を捕捉し得たものとして、同衛星信号についての捕捉処理を終了する。

【0082】また、上記 2 系統の相関電力  $P1$  及び  $P2$  の何れも、それら対応する捕捉判定閾値に満たない場合には、先の実施例の装置と同様、

- ・ PNコード位相を変更する処理（ステップ 240）、
- ・ が実行され、この PNコード位相の変更が同 PNコード位相の 1 周期分に達しても尚、捕捉できなかった場合には、

- ・ キャリア周波数を変更する処理（ステップ 250 及び 260）、
- ・ が実行される。

【0083】もっとも、この実施例の装置の場合も、上述のように、目標とする衛星信号についてのその都度最適の相関計測条件が予め初期設定されるとともに、キャリア周波数誤差  $\Delta f$  の少ない範囲では、相関計測時間の長い相関電力に基づいて更にその捕捉確率が高まるようになることから、その捕捉時間は、確実に短縮されるようになる。

【0084】なお、図 10 に示した実施例の装置では便宜上、演算される仰角値  $e$  に対して所定の幅を有する 2 つのピーク相関電力が推定され、これら推定される各ピーク相関電力に基づいて巡回回数及び捕捉判定閾値が各々 2 つずつ決定されたとしたが、これら推定すべきピーク相関電力についての幅のたせ方、並びにそれから選出する同ピーク相関電力の数等は任意であり、またそれらピーク相関電力に基づいて決定する巡回回数及び捕捉判定閾値の数も任意である。要は、巡回積分器や、2 乗器、加算器、及びフィルタ等を具える上記相関電力演算回路を、それら設定される巡回回数や捕捉判定閾値の数に対応して複数系統用意すればよい。

【0085】また、上記実施例では何れも、ピーク相関ノイズ電力マップに 4 段階のピーク相関ノイズ電力とそれらピーク相関ノイズ電力に対応する 4 つの巡回回数を設定しておく場合について示したが、それらピーク相関ノイズ電力及び巡回回数の設定例も一例にすぎない。同ピーク相関ノイズ電力及び巡回回数として実験等に基づいたより多くの値を設定するにすれば、相関計測条件としても、更にその都度の環境に適した望ましい値が得られるようになることが期待される。そしてひいては、上述した捕捉時間を更に短縮することも可能となる。

【0086】また、上記各実施例では、それぞれ同期判定部において参照される捕捉判定閾値  $TH$  が、上記推定されるピーク相関電力に対してこれを最低限認識し得る予測ピーク相関ノイズ電力の値に定められるものとした

19

が、同捕捉判定閾値  $T_H$  が必ずしもこのような予測ピーク相関ノイズ電力の値に定められる必要はない。この捕捉判定閾値  $T_H$  としても要は、同ピーク相関ノイズ電力付近の値若しくはそれ以上の値であればよい。

【0087】また、受信されるスペクトル拡散信号の信号レベルを推定する手段や、該推定されるスペクトル拡散信号の信号レベルと予め予測される相関ノイズレベルとの関係に基づいて相関計測時間を動的に決定する手段の実現手法も上述した実施例のものに限られることなく任意である。特に、実施例の装置において示した相関電力推定テーブルや相関計測条件演算部、及びピーク相関ノイズ電力マップについては、これらを 1 つの演算回路若しくは ROM テーブルとして構成し、求められた仰角値から直接相関計測時間（巡回回数）や捕捉判定閾値等の相関計測条件が得られる構成とすることも勿論可能である。

【0088】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、キャリア成分の除去が不完全である、或いは受信されるスペクトル拡散信号の信号レベルが小さいなどの理由により、キャリア周波数予測誤差の許容量が小さい場合であっても、PNコードとの同期判定を精度よく行うことができるようになる。そしてひいては、スペクトル拡散信号の捕捉に要する時間を短縮することができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明にかかるスペクトル拡散信号捕捉装置の一実施例についてその装置構成を示すブロック図である。

【図 2】閾値に対する受信機側キャリア周波数の設定例を示す線図である。

【図 3】図 1 に示される相関電力推定テーブルの一例を示す線図である。

【図 4】相関電力の特性を示す線図である。

【図 5】図 1 に示されるピーク相関ノイズ電力マップの一例、並びに同マップを用いた巡回回数の設定態様を示す線図である。

【図 6】相関電力の特性において、相関計測時間の長短

20

に応じてそのキャリア周波数誤差の許容値が変化する様子を示す線図である。

【図 7】PNコード位相に対する相関電力の同期特性に併せて相関計測時間の違いに起因するピーク相関ノイズ電力の推移を示す線図である。

【図 8】図 1 に示した実施例の装置によるスペクトル拡散信号の捕捉手順を示すフローチャートである。

【図 9】図 8 に示される初期設定の処理についてその具体的な処理手順を示すフローチャートである。

10 【図 10】この発明にかかるスペクトル拡散信号捕捉装置の他の実施例についてその装置構成を示すブロック図である。

【図 11】図 10 に示される実施例の装置の相関電力推定テーブルについてその一例を示す線図である。

【図 12】図 10 に示される実施例の装置のピーク相関ノイズ電力マップの一例、並びに同マップを用いた巡回回数の設定態様を示す線図である。

20 【図 13】相関電力の特性において、相関計測時間の長短に応じてそのキャリア周波数誤差が変化し且つ、その同期判定のための閾値が変化する様子を示す線図である。

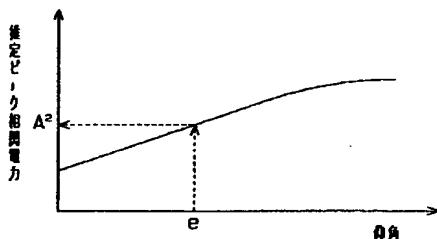
【図 14】図 10 に示した実施例の装置によるスペクトル拡散信号の捕捉手順を示すフローチャートである。

【図 15】図 14 に示される初期設定の処理についてその具体的な処理手順を示すフローチャートである。

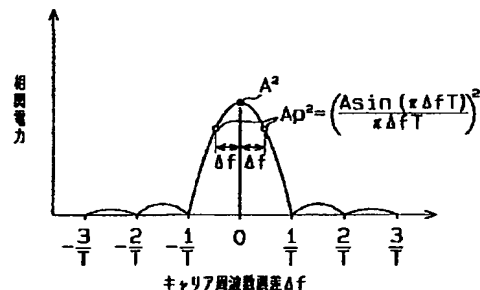
【符号の説明】

1 (1 a、1 b) …乗算器、2 (2 a、2 b) …LPF (ロー・パス・フィルタ)、3 (3 a、3 b) …相関器、4 (4 a、4 b、4 c、4 d) …巡回積分器、5 (5 a、5 b、5 c、5 d) …2乗器、6 (6 a、6 b) …加算器、7 (7 a、7 b) …フィルタ、8、8' …同期判定部、9 …復調器、10 …PNコード制御部、11 …PNコード発生器、12 …キャリア制御部、13 …キャリア発生器、14 …データメモリ、15 …仰角演算部、16 …時計、17、17' …相関電力推定テーブル、18、18' …相関計測条件演算部、19 …ピーク相関ノイズ電力マップ。

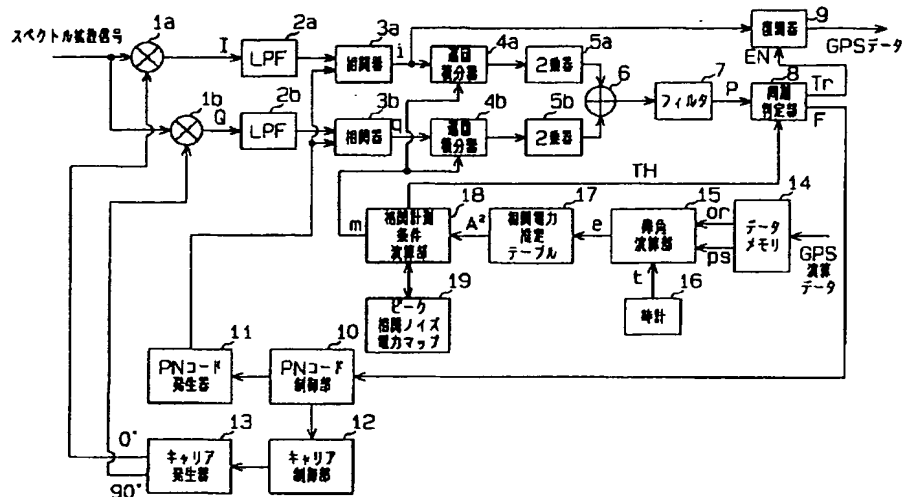
【図 3】



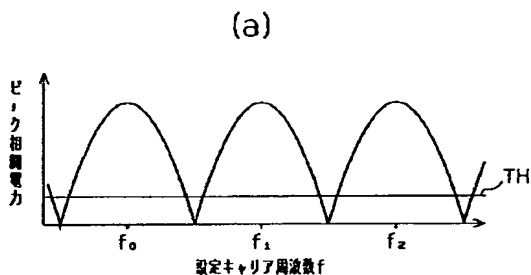
【図 4】



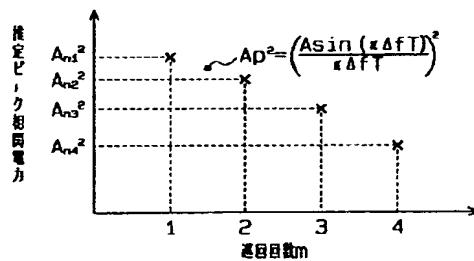
【図 1】



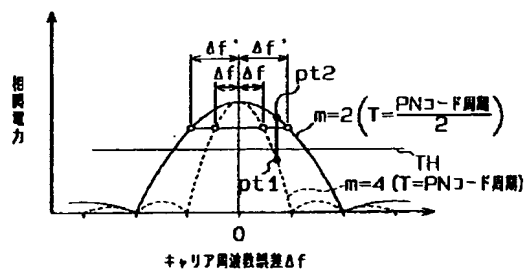
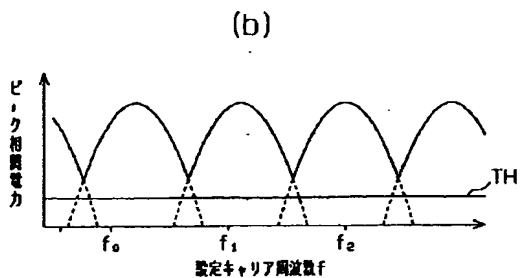
【図 2】



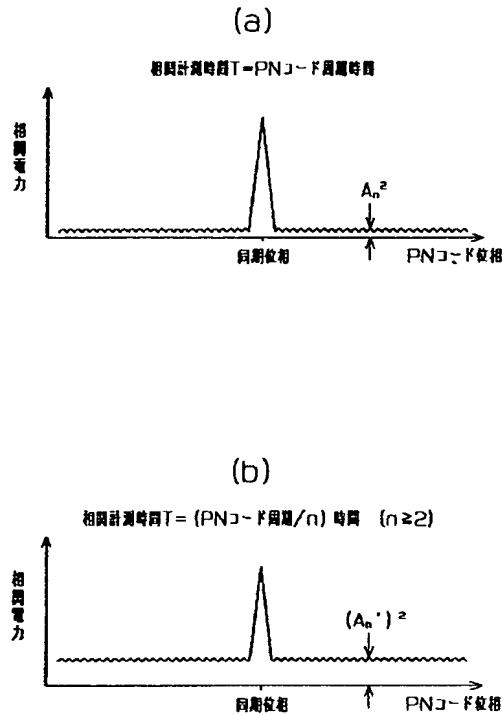
【図 5】



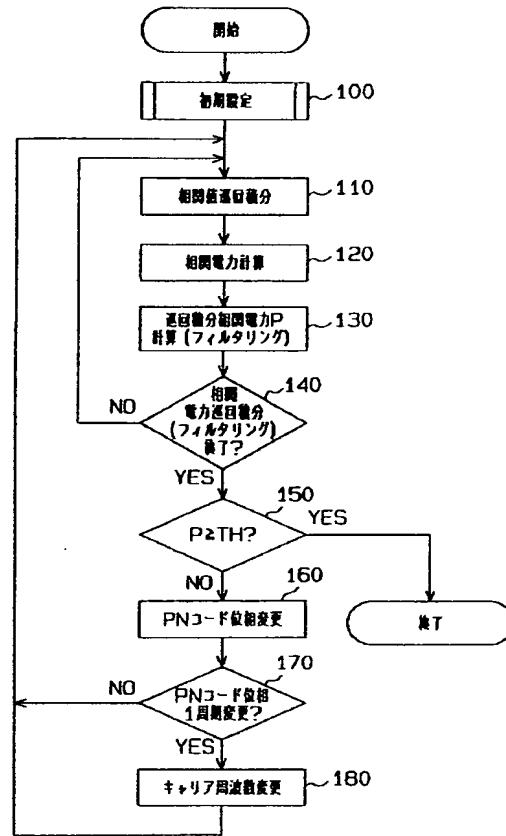
【図 6】



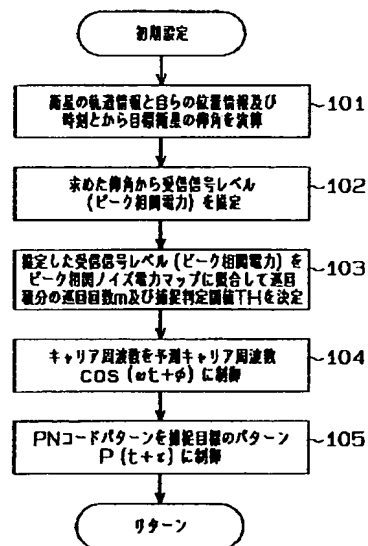
【図 7】



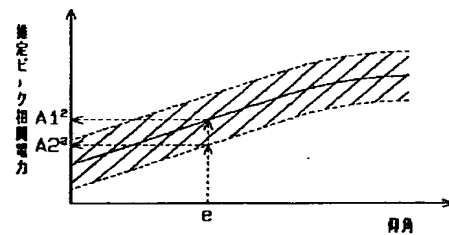
【図 8】



【図 9】



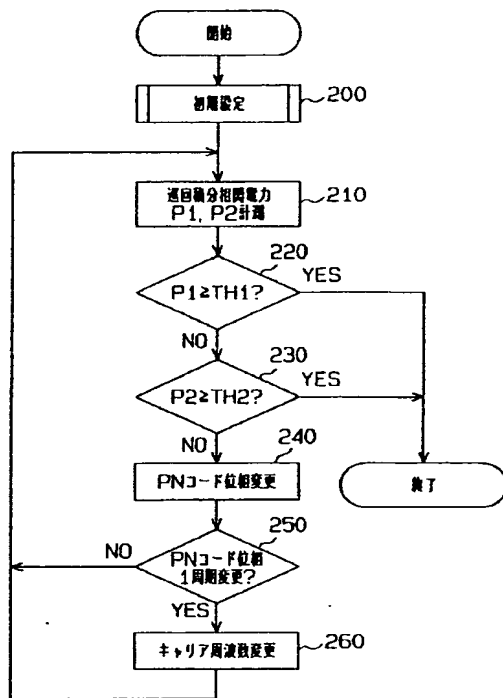
【図 11】







【図14】



【図15】

